

INTERACÇÕES VEGETAÇÃO-SOLO EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS NO N. DE PORTUGAL: NATUREZA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E IMPLICAÇÕES NO SOLO

Felícia Fonseca¹ & Afonso Martins²

¹ Escola Superior Agrária de Bragança, Departamento de Geociências, 5300 Bragança, Portugal

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Secção de Edafologia, 5000 Vila Real, Portugal

Introdução

Nos ecossistemas florestais, a folhada acumulada à superfície do solo representa, juntamente com as raízes, a fonte essencial de energia, carbono, azoto, fósforo e outros bioelementos para a microflora e mesofauna, assim como uma quantidade de nutrientes disponíveis e reutilizados pela vegetação. Os restos vegetais acumulados à superfície do solo constituem os horizontes orgânicos, que no seu desenvolvimento máximo compreendem três camadas - L, F e H. A camada L é constituída por material fresco levemente descolorido morfológicamente intacto com idade até dois ou mais anos consoante as espécies, constituindo a maior fonte de reservas orgânicas do solo. A camada F é a zona imediatamente subjacente, camada de fermentação com materiais orgânicos parcialmente decompostos, mas suficientemente bem preservados permitindo a identificação da sua origem. E a camada H compreende material orgânico amorfo com micorrizas e muitos excrementos de animais, de baixa coerência e com transição gradual para o horizonte mineral A (RANGER et BONNEAU, 1984; TOUTAIN *et al.*, 1988; WESEMAEL, 1993).

A natureza do coberto vegetal, através da maior ou menor quantidade de biomassa produzida e das características da mesma, assume elevada importância no tipo de matéria orgânica formada e na dinâmica desta e dos elementos que lhe estão associados, por sua vez determinante de uma série de processos que intervêm na pedogénese e, directa e indirectamente na nutrição vegetal. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objectivo quantificar a biomassa das camadas orgânicas e respectivas concentrações de elementos minerais em povoamentos de quatro espécies florestais - *P. pinaster* (PP) e *C. sativa* (CS), com elevada representação na região N. de Portugal e *P. nigra* (PN) e *P. menziesii* (PM), com menor representatividade mas com interesse silvícola. Comparam-se ainda esses resultados com a natureza dos solos formados nos mesmos ecossistemas.

2 - Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na Serra da Padrela, N. de Portugal, 41°29'24''N e 7°36'43''W, maioritariamente entre os 800 e os 900m de altitude. A temperatura média anual é de 11,3°C, com médias mensais que variam entre 4,0°C (Dezembro) e 21,9°C (Agosto). A precipitação média anual é de 1381mm e distribui-se ao longo de todo o ano, apresentando valores máximos no Outono-Inverno, e um máximo secundário na Primavera (INMG, 1978). De acordo com FAO-UNESCO (1988), os solos são Cambissolos úmbricos derivados do granito. Trata-se de povoamentos puros regulares instalados em 1938 em condições edafo-climáticas idênticas e, de um modo geral, as árvores exibem fustes direitos, boa desramação natural e bons crescimentos.

Em cada povoamento foram seleccionados 15 locais de forma aleatória, onde se recolheu o material orgânico numa área de 0,5m² por local. Cada amostra foi subdividida segundo os critérios morfológicos em L, F e H. As camadas L e F foram separadas em 3 fracções: agulhas ou folhas, pinhas ou ouriços e ramos. Assim, o horizonte orgânico ficou subdividido em 7 camadas: Lagulhas ou Lfolhas; Lpinhas ou Louriços; Lramos; Fagulhas ou Ffolhas; Fpinhas ou Fouriços; Framos e H, de

acordo com as espécies coníferas e caducifólia. Posteriormente, agruparam-se 3 a 3 as amostras de cada uma das camadas, perfazendo 5 amostras por camada, num total de 35 amostras por espécie. As amostras foram pesadas após secagem a 65°C até peso constante e moídas em moinho de facas, seguidas de análise laboratorial com vista à determinação das concentrações de C, N, P, K, Ca, Mg e S. As concentrações dos elementos minerais foram determinadas após dedução das cinzas (6h a 450°C).

Os resultados foram tratados estatisticamente usando o teste de comparação de médias (Teste de TUKEY).

3 - Resultados e Discussão

A quantidade de resíduos orgânicos acumulados no solo é superior e significativamente diferente para a espécie *PN* – 59,3 t ha⁻¹, seguida das espécies *PM* – 33,0 t ha⁻¹ e *PP* – 23,5 t ha⁻¹ e por último a espécie *CS* – 16,6 t ha⁻¹ (FONSECA, 1997). As diferenças entre espécies estão essencialmente relacionadas com a taxa de decomposição anual (k) - 18 % para o *PN*, 19 % para *PP*, 35 % para *PM* e 55 % para *CS*, (MARTINS *et al.* 1998), com o ritmo de acumulação de pinhas (elevado para a espécie *PN*) e exportação de folhada para combustível doméstico (caso da espécie *PP*).

A quantidade de biomassa acumulada à superfície do solo e a concentração em elementos minerais varia com a natureza dos resíduos orgânicos produzidos. Quando os resíduos são analisados separadamente por componentes (Quadros 1, 2, 3) as diferenças significativas entre espécies tendem a ser mais frequentes que quando os resíduos são considerados por camadas L, F e H (Quadro 4).

As agulhas ou folhas constituem a principal fonte de reservas orgânicas do solo, tendo no entanto, as pinhas uma expressão importante no caso da espécie *PN*. As agulhas ou folhas são o componente orgânico com maior concentração em elementos minerais, o que é mais notável para as espécies *PM* e *CS*, seguida das pinhas e ouriços e por último os ramos. A esse respeito, a exportação de pinhas e agulhas, comprovada no caso de *PP*, contribui para um grave empobrecimento deste ecossistema.

Os resultados relativos à composição das folhas evidenciam:

- (a) valores globalmente mais elevados em *PM* e *CS* e significativamente mais elevados para N, P, K e S;
- (b) valor mais elevado de Ca ocorre na espécie *PM* e significativamente diferente das restantes espécies.

Quadro 1 –Biomassa e concentração em elementos minerais nas agulhas ou folhas

espécie	camada	agul/fol t ha ⁻¹	cinzas %	C	N	P	K	Ca	Mg	S
							mg g ⁻¹			
<i>P. pinaster</i>		3,5	2,1	580a	5,5b	0,3b	1,0c	4,4bc	1,3b	0,7b
<i>P. nigra</i>	Lagulhas	3,6	1,4	580a	7,9b	0,4b	0,9c	2,3c	0,7c	0,7b
<i>P. menziesii</i>	ou Lfolhas	4,6	9,4	580a	14,3a	1,1a	2,6a	8,4a	1,6b	1,6a
<i>C. sativa</i>		2,0	3,4	580a	15,1a	1,2a	1,4b	5,6b	2,4a	1,3a
<i>P. pinaster</i>		9,9	23,0	578a	14,0b	0,8b	2,9b	4,0b	1,9b	2,0ab
<i>P. nigra</i>	Fagulhas	17,1	20,9	580a	13,3b	0,9b	3,4b	1,7b	1,3b	1,9b
<i>P. menziesii</i>	ou Ffolhas	12,0	40,8	581a	18,5b	1,4ab	7,0a	10,1a	4,5a	2,6a
<i>C. sativa</i>		7,2	37,1	580a	22,8a	1,9a	5,0ab	5,8ab	4,5a	2,3ab

Os valores médios apresentados nas colunas seguidos da mesma letra não diferem significativamente (p < 0,05)

No que se refere à composição de pinhas e ouriços, destaca-se:

- (a) valores globalmente mais elevados e significativamente diferentes no caso de N, P e Mg nos ouriços de *CS*, comparados com as concentrações nas pinhas das resinosas;
- (b) valores significativamente mais elevados de Ca e Mg em *PM* e *CS*;

No que se refere à composição dos ramos, destaca-se apenas uma concentração geralmente mais baixa para todos os bioelementos no caso da espécie *PN*.

Quadro 2 –Biomassa e concentração em elementos minerais nas pinhas ou ouriços

espécie	camada	pinh/our	cinzas	C	N	P	K	Ca	Mg	S
		t ha ⁻¹	%							
<i>P. pinaster</i>		0,5	1,0	580a	7,6ab	0,5b	1,5a	0,9b	0,7c	0,8a
<i>P. nigra</i>	Lpinhas	10,7	0,6	581a	4,9b	0,2b	1,0a	0,5b	0,3c	0,3a
<i>P. menziesii</i>	ou Louriços	0,5	3,4	582a	5,3b	0,3b	1,4a	2,2a	1,0b	0,7a
<i>C. sativa</i>		0,2	4,6	567a	13,0a	1,1a	1,3a	3,3a	1,9a	0,9a
<i>P. pinaster</i>		0,1	3,7	580a	9,7b	0,6b	1,3a	1,2b	0,7b	1,0a
<i>P. nigra</i>	Fpinhas	5,7	2,8	580a	5,4b	0,3c	0,7a	1,1b	0,4b	0,6a
<i>P. menziesii</i>	ou Fouriços	0,1	6,5	581a	7,5b	0,5bc	1,8a	3,5a	1,1b	0,9a
<i>C. sativa</i>		0,2	10,4	581a	16,7a	1,3a	2,3a	4,6a	2,8a	1,4a

Os valores médios apresentados nas colunas seguidos da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0,05$)

Quadro 3 –Biomassa e concentração em elementos minerais dos ramos

espécie	camada	ramos	cinzas	C	N	P	K	Ca	Mg	S
		t ha ⁻¹	%							
<i>P. pinaster</i>		0,9	2,1	580a	5,6ab	0,8a	0,7ab	4,8a	0,8ab	0,4a
<i>P. nigra</i>	Lramos	2,6	1,4	577a	3,3b	0,2a	0,3b	1,6a	0,3c	0,2a
<i>P. menziesii</i>		6,6	1,6	580a	4,9ab	0,4a	1,0a	4,2a	0,6bc	0,3a
<i>C. sativa</i>		0,7	1,9	580a	8,6a	0,6a	0,7ab	4,7a	1,1a	0,4a
<i>P. pinaster</i>		0,9	2,9	580a	5,4b	0,3b	3,6a	3,6ab	0,8b	0,5ab
<i>P. nigra</i>	Framos	2,6	2,5	580a	4,5b	0,2b	0,5b	1,4b	0,4c	0,4b
<i>P. menziesii</i>		0,6	3,2	581a	6,3b	0,4b	1,0b	5,0a	0,8b	0,5ab
<i>C. sativa</i>		0,6	4,5	580a	11,5a	0,7a	0,9b	4,7a	1,3a	0,7a

Os valores médios apresentados nas colunas seguidos da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0,05$)

Os valores ponderados das concentrações (Quadro 4), seguem o mesmo ritmo referido para os componentes individualizados, com valores mais elevados e em alguns casos, significativamente diferentes nas espécies *PM* e *CS*. A maior concentração em N nos resíduos destas duas espécies está intimamente associada às taxas de decomposição mais elevadas obtidas para estes resíduos (MARTINS *et al.* 1998).

De um modo geral, as concentrações de elementos minerais aumentam de L para H, como resultado do processo imobilização microbiana associada à mineralização/humificação (BOCKHEIM *et al.*, 1991).

O teor em cinzas aumenta em profundidade, atribuído fundamentalmente, à contaminação por matéria mineral pela fauna do solo e em menor dimensão ao enriquecimento em sais por decomposição dos carboidratos (WESEMAEL, 1993). O conteúdo inferior em cinzas nos resíduos orgânicos de *PP* e

PN, deve-se à inferior taxa de decomposição e aos horizontes orgânicos mais espessos que impedem a contaminação com matéria mineral (WESEMAEL, 1993).

Quadro 4 – Biomassa total e valores médios ponderados de elementos minerais nas camadas L, F e H

espécie	camada	biom tot t ha ⁻¹	cinzas %	C	N	P	K mg g ⁻¹	Ca	Mg	S
<i>P. pinaster</i>	L	4,9	2,0	580a	5,7b	1,2a	1,0ab	4,1a	1,2a	0,7a
<i>P. nigra</i>		19,6	1,0	580a	5,0b	0,2b	0,8b	1,1b	0,4b	0,3a
<i>P. menziesii</i>		11,7	4,7	580a	8,6ab	0,6ab	1,6a	5,8a	1,0a	0,8a
<i>C. sativa</i>		2,9	3,2	579a	13,4a	1,1a	1,2a	5,2a	2,0a	1,0a
<i>P. pinaster</i>	F	10,9	21,6	578a	13,2b	0,8b	2,9b	4,0bc	1,8b	1,9b
<i>P. nigra</i>		25,4	14,9	580a	10,6b	0,7b	2,5b	1,6c	1,0b	1,4b
<i>P. menziesii</i>		12,7	38,6	581a	17,8ab	1,3a	6,6a	9,8a	4,3a	2,5a
<i>C. sativa</i>		8,0	34,0	580a	21,8a	1,8a	4,7ab	5,6b	4,2a	2,2a
<i>P. pinaster</i>	H	7,9	63,2	579a	12,0b	0,8b	10,5b	3,1b	5,7c	1,6c
<i>P. nigra</i>		14,3	58,0	581a	14,5ab	1,2b	13,0b	1,1b	4,8c	2,2bc
<i>P. menziesii</i>		8,6	75,2	580a	19,2ab	2,0ab	25,3a	10,4a	14,6a	3,0a
<i>C. sativa</i>		5,7	73,5	582a	22,7a	3,2a	19,5a	4,8b	12,1b	3,0ab

Os valores médios apresentados nas colunas seguidos da mesma letra não diferem significativamente (p < 0,05)

As mais elevadas concentrações de elementos minerais nos horizontes orgânicos das espécies *PM* e *CS*, comparado com os mesmos horizontes das espécies *PP* e *PN*, está intimamente relacionado com concentrações mais elevadas de bases de troca e de valores de pH na camada superficial dos solos desenvolvidos sob as duas primeiras espécies, contribuindo para melhores condições do solo, conforme observado em trabalho complementar (MARTINS *et al.*, 1998).

Bibliografia

- BOCKHEIM J. G., JEPSEN E. A and HEISEY D. M., 1991. Nutrient dynamics in decomposing leaf litter of four tree species on a sandy soil in northwestern wisconsin. *Can. J. For. Res.*, **21**: 803-812.
- FAO-UNESCO, 1988. Soil Map of the World. Revised Legend. Roma.
- FONSECA F., 1997. Implicações do Tipo de Coberto Florestal nos Horizontes Orgânicos e Minerais do Solo. Aplicação a quatro povoamentos na Serra da Padrela, N. Portugal. Tese de mestrado. UTAD, Vila Real.
- MARTINS A., AZEVEDO S., RAIMUNDO F. and FONSECA F, 1998. Effect of forest tree species on litterfall and nutrient dynamics, soil properties and sustainability of forest ecosystems. International Symposium on Sustainability of Forest Ecosystems, Catania, Set 98. Actas, pág. 40-41.(submetido p/ publicação em *Ecologia Mediterranea*)
- RANGER J. et BONNEAU M. 1984. Effets prévisibles de l'intensification de la production et des récoltes sur la fertilité des sols de forêt. Le cycle biologique en forêt. *Rev. For. Fr.*, XXXVI, **2**: 93-101.
- TOUTAIN F., DIAGNE A et LETACON F., 1988. Possibilités de modification du type d'húmus et d'amélioration de la fertilité des sols à moyen terme en hêtraie par apport d'éléments minéraux. *Rev. For. Fr.*, **2**: 99-107.
- WESEMAEL B. V., 1993. Litter decomposition and nutrient distribution in humus profiles in some mediterranean forests in southern Tuscany. *Forest Ecology and Management.*, **57**: 99-114.

INTERACÇÕES VEGETAÇÃO-SOLO EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS NO N. DE PORTUGAL: NATUREZA DOS HORIZONTES ORGÂNICOS E IMPLICAÇÕES NO SOLO

Felícia Fonseca¹ & Afonso Martins²

¹ Escola Superior Agrária de Bragança, Departamento de Geociências, 5300 Bragança, Portugal

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Secção de Edafologia, 5000 Vila Real, Portugal

Resumo

Apresentam-se os resultados mais relevantes de um estudo sobre as interacções vegetação-solo em ecossistemas florestais no N. de Portugal, concretamente no que se refere à composição da folhada produzida nesses ecossistemas, sua evolução nos sub-horizontes orgânicos e comparação com a natureza dos solos desenvolvidos nos mesmos ecossistemas. Estudaram-se os horizontes orgânicos desenvolvidos sob quatro espécies florestais - *P. pinaster* (*PP*), *P. nigra* (*PN*), *P. menziesii* (*PM*) e *C. sativa* (*CS*) em povoamentos com idades entre 56 e 60 anos, instalados em áreas adjacentes com condições edafo-climáticas idênticas. Em cada povoamento foram seleccionados, de forma aleatória, 15 locais recolhido o material orgânico numa área de 0,5m² por local e cada amostra subdividida, segundo os critérios morfológicos nas camadas L, F e H. Nas duas primeiras camadas os resíduos orgânicos foram separados em agulhas ou folhas, pinhas ou ouriços e ramos. Quantificaram-se os resíduos orgânicos acumulados no solo por camada e por hectare e as concentrações em C, N, P, K, Ca, Mg e S nas diferentes sub-amostras. Os resultados mostram que a acumulação de resíduos no solo é mais elevada nas resinosas (*PP*, *PN* e *PM*) do que na folhosa (*CS*), sendo a perda de peso anual a causa responsável por estas diferenças. Da camada L para H, isto é, no decurso do processo mineralização/humificação, ocorre um incremento nas concentrações em elementos minerais, o que evidência a imobilização temporária dos bioelementos, observando-se em regra uma maior riqueza nesses elementos nas agulhas ou folhas. Globalmente, as concentrações de elementos minerais das espécies *PM* e *CS* são mais elevadas e idênticas entre si, afastando-se das concentrações nos mesmos elementos das espécies *PP* e *PN* que tendem a ser menores e idênticas. Estes resultados estão muito relacionados com a natureza da camada superficial dos solos sob coberto das mesmas espécies - mais ricos em bases e com valor de pH mais elevado em *CS* e *PM*, contrariamente aos desenvolvidos sob *PN* e *PP*.

Palavras chave: solos florestais, espécies florestais, horizontes orgânicos.